



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

EXTENSIÓN DE UN PLAN DE PRÁCTICAS COMUNES EN ASIGNATURAS DE GRADO Y MASTER IMPARTIDAS EN DIFERENTES ESCUELAS PARA PROMOVER UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINAR

Jiménez Alonso, Felipe (Universidad Politécnica de Madrid)

Naranjo Hernández, José Eugenio (Universidad Politécnica de Madrid)

Serradilla García, Francisco (Universidad Politécnica de Madrid)

felipe.jimenez@upm.es

RESUMEN

Las prácticas en Ingeniería están generalmente orientadas a áreas muy concretas y específicas. Sin embargo, esta separación entre áreas puede llegar a provocar carencias en la formación del ingeniero, cuando éste debe desarrollar tareas multidisciplinares, donde numerosas competencias diferentes a las adquiridas en su titulación son necesarias para lograr resultados de la calidad exigida. En este artículo se presenta una experiencia de un grupo de prácticas desarrolladas entre dos Escuelas de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Madrid en el ámbito del transporte y los sistemas inteligentes aplicados con el fin de proporcionar a los alumnos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Informática competencias comunes a ambas disciplinas y permitir el intercambio de conocimientos entre ellos. Estas competencias les fomentan la visión de conjunto de los problemas y facilita su integración en equipos multidisciplinares durante su carrera profesional. Este enfoque fue planteado inicialmente para dos asignaturas de grado, una de cada Escuela, y, dados los resultados satisfactorios obtenidos, la experiencia se ha extendido a otras dos materias, incluyéndose una de master, todas ellas con una misma línea de trabajo que se va complementando, de manera que los alumnos perciben que están construyendo un sistema paso a paso.

PALABRAS CLAVE

Multidisciplinaridad, prácticas, transporte



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

ABSTRACT

Engineering practice is usually oriented to one very specific set of sealed areas where traditionally the engineer performs his work. However this separation among engineering areas should result counter-productive when the engineer has to perform an interdisciplinary work, where multiple engineering competences are necessary to correctly achieve his labor. In this paper we present a set of practicals developed between two Engineering Schools of the Polytechnic University of Madrid in the knowledge field of transport and applied intelligent systems, in order to provide to students of Mechanical Engineering and Software Engineering, common competences of both disciplines. These competences will allow them to increase their scope with both engineering scope as well as facilitate them the integration on interdisciplinary teams during their professional career. This experience was firstly applied to 2 subjects, one from each School and, because of the satisfactory obtained results, the experience has been extended to two more subjects, one of them of master degree. All of them complement the same work line so students perceive that they are building blocks of a more complex system.

KEYWORDS

Multidisciplinarity, practicals, transport

OBJETIVOS

Analizando la bibliografía disponible, es posible encontrar numerosos estudios que tratan de identificar cuales son las competencias deseables que adquieran los alumnos. Así, se deduce que la formación debe ser global, con independencia de la especialización técnica, con el fin de poder hacer frente un entorno cambiante (Nguyen, 1998).



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Un factor común identificado por la mayoría de los estudios antes citados es la necesidad de adquirir la competencia de trabajar en equipo (González y Wagenaar, 2003; González y Wagenaar, 2005). Además, se plantea la necesidad de ampliar este concepto al de trabajar en grupos multidisciplinares dado que la realidad profesional suele incluir tareas que requieren equipos de personas con diferentes áreas de experiencia (Rompelman, 2000; Skates, 2003). Así en una experiencia de trabajo interdisciplinar, se identifican, entre otros objetivos, el hecho de proporcionar a los alumnos la posibilidad de tratar problemas de disciplinas ajenas a la suya, así como comprender las relaciones existentes entre su disciplina y otras.

Sin embargo, dada la naturaleza independiente de los diferentes programas de Ingeniería, los estudiantes tienen pocas oportunidades de participar en actividades que fomenten esta competencia con lo que se puede considerar que no se desarrolla adecuadamente. Este hecho es corroborado con la percepción de los graduados sobre cómo están preparados para trabajar en la industria (Bhavnani y Alridge, 2000; Martin y Maytham, 2005).

El objetivo principal de la experiencia consiste en plantear un escenario de trabajo multidisciplinar entre alumnos de dos Escuelas diferentes en sesiones prácticas que involucren conocimientos propios de ambos grupos, rompiendo con la tendencia a parcelar conocimientos.

Así, se plantean los siguientes objetivos parciales:

- Coordinar asignaturas impartidas en centros diferentes y entre asignaturas impartidas en el mismo centro
- Preparar las sesiones prácticas comunes para dar la visión común al alumno, y desarrollo del plan de trabajo que permita un trabajo autónomo del alumno antes y después de las sesiones prácticas, con tareas a realizar de forma individual y otras de forma grupal y desarrollo



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

del hardware y software necesarios para la realización de las sesiones prácticas

- Desarrollar un plan de tutorización entre alumnos, considerando los casos de que los alumnos no cursen las dos asignaturas involucradas en la experiencia propias de su titulación

Sobre la idea anterior, durante el curso 2008 / 09, se llevó a cabo una experiencia en dos asignaturas impartidas en dos Escuelas de la Universidad Politécnica de Madrid. Dicha experiencia incluía la realización de un conjunto de prácticas en grupos multidisciplinares formados por alumnos de ambas Escuelas (Jiménez y Naranjo, 2010). Debido a los buenos resultados y la buena acogida recibidos, se decidió extender la experiencia durante el curso 2009 / 10 a otras dos asignaturas, incluyendo una de ellas de Master, mientras que las otras 3 pertenecen al Grado, lo que supone una dificultad añadida. En este artículo se presenta esta nueva experiencia.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

La experiencia se plantea con el desarrollo de una secuencia de prácticas en dos etapas, abarcando un total de 4 asignaturas: “Tecnología del Transporte” y “Avances en seguridad integrada de vehículos” de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y “Cartografía Digital y Navegación con GPS” y “Agentes Inteligentes” de la Escuela Universitaria de Informática.

La visión global se proporciona, fundamentalmente, sobre los siguientes grupos de prácticas, donde el grupo 1 corresponde a lo desarrollado en la experiencia del curso 08/09 y el grupo 2 constituye la extensión a las dos asignaturas nuevas, basándose en los desarrollos previos. Los grupos de prácticas incluyen dos temáticas, ambas en el ámbito de la sensorización de vehículos y los sistemas inteligentes de transporte. En ambos casos, la planificación pretende el desarrollo de un sistema completo cubriendo



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

los diferentes elementos del mismo. Las prácticas del grupo 1 (dentro de la experiencia del curso 08 / 09) se orientan a implementar un sistema de aviso al conductor por velocidad inadecuada. El grupo del prácticas 2 incluye un estudio comparativo entre dos formas de obtener variables de tráfico.

Grupo 1 de prácticas (cooperación entre las asignaturas “Tecnología del Transporte” y “Cartografía Digital y Navegación con GPS”), conducentes al desarrollo de un sistema de aviso al conductor de la velocidad inadecuada a las características geométricas de la carretera, lo que incluye los siguientes elementos divididos en sesiones prácticas:

- Posicionamiento de vehículos por medio de GPS
- Construcción de mapas digitales detallados empleando vehículos instrumentados con sistemas inerciales de medida
- Sistemas de aviso al conductor por velocidad inadecuada, el cual es evaluado con diversos conductores

Grupo 2 de prácticas (cooperación entre las asignaturas “Avances en seguridad integrada de vehículos” y “Agentes Inteligentes”), conducentes al estudio de formas de obtención de variables del tráfico mediante sensores en la infraestructura o por medio de “vehículos flotantes”, lo que incluye los siguientes elementos divididos en sesiones prácticas:

- Recopilación de información de tráfico y seguridad vial de una base de datos de información vial pública a través de Internet.
- Obtención de variables de circulación del vehículo a partir de las que se puede inferir variables del tráfico (sensorización ya implementada en el bloque de prácticas 1)
- Comparación de los resultados sobre el estado del tráfico a partir de sensores estáticos en la infraestructura y vehículos instrumentados

Gracias a esta visión sinérgica de la formación en ingeniería, se ha pretendido proporcionar a los alumnos competencias, basándose en casos prácticos reales, en:



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

- Desarrollo de aplicaciones embarcadas en los vehículos.
- Desarrollo hardware-software de aplicaciones.
- Implementación de software para aplicaciones tiempo real.
- Capacidad de análisis de información proveniente de diferentes fuentes.
- Desarrollo de software para extracción de información de seguridad vial en bases de datos públicas.

Los trabajos de los alumnos están estructurados con tareas antes, durante y después de cada sesión y se realizan en grupos multidisciplinares que involucran estudiantes de ambas Escuelas.

Organización de los grupos de prácticas

Las prácticas se han previsto para su realización de forma conjunta por alumnos de ambas Escuelas de Ingeniería en grupos multidisciplinares. Además, se ha fijado un esquema de trabajo en el que se establecen tareas antes, durante y después de las sesiones prácticas, así como presentaciones parciales (figura 1). Además, cada sesión permite la realización de un sistema que se completa al unir todas. Este concepto se sigue en los dos grupos de prácticas, de manera que cada una se apoya en las anteriores.

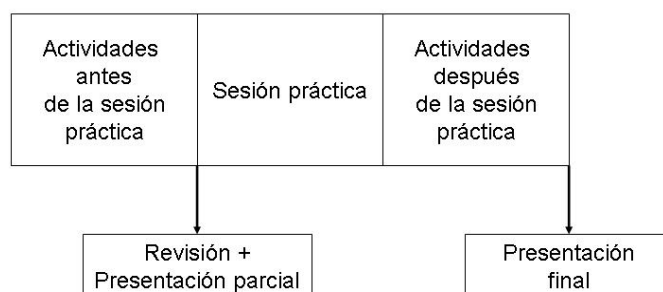


Figura 1: Esquema de trabajo en cada sesión práctica

Una descripción detallada de las prácticas del grupo 1, llevadas a cabo por primera vez en el curso académico 08 / 09, se recoge en Jiménez y Naranjo (2010). A continuación



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

se muestra la descripción del segundo grupo que constituye la ampliación de la experiencia llevada a cabo en el curso 09 / 10.

Fundamentos de la evaluación de las condiciones del tráfico

Mediante el uso de paneles de mensaje variable, las autoridades o los gestores de las infraestructuras pueden controlar el tráfico y dar información a los usuarios, lo que previene situaciones de peligro y puede favorecer la fluidez. Su ventaja principal sobre las señales de tráfico convencionales radica en que éstas últimas son permanentes con lo que no pueden adaptar su información a las condiciones de cada momento (retenciones, niebla, superficie deslizante, etc). En Elvik y Vaa (2004) se recoge una relación de estudios en los que se analiza la efectividad de estos paneles, encontrándose resultados muy dispares, si bien todos coinciden en que se logran reducciones de los accidentes con víctimas, sobre todo cuando se trata de mensajes relativos a avisos de situaciones como accidentes o condiciones meteorológicas adversas que implican reducción de la velocidad.

Sin embargo, para proporcionar la información en los paneles, antes es preciso detectar las condiciones sobre las que avisar. Existen diversos métodos para desarrollar esta tarea. Así, se pueden emplear cámaras de video de supervisión del tráfico, cuyas imágenes son visualizadas en un centro de control donde se emiten los avisos. En recientes investigaciones, dicha visualización se pretende automatizar mediante procesamiento de imágenes para la detección de retenciones. Para analizar la intensidad de tráfico y la velocidad de circulación, se suele recurrir a sensores colocados en la infraestructura, principalmente, espiras magnéticas (Petty, et al, 1998; Coifman, 2002; El-Geneidy y Bertini, 2004; Auffray et al, 2006). Los sensores en la infraestructura presentan dos limitaciones fundamentales:

- a) Su funcionamiento suele estar basado en principios magnéticos y permiten detectar el paso de masas metálicas (vehículos) que pasan por encima y la activación de espiras consecutivas permite una estimación de la velocidad, si



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

bien la resolución no es elevada y existen problemas dadas las diferentes configuraciones y tamaños de los vehículos.

- b) La información proporcionada es de posiciones concretas de la infraestructura en la que están instalados, con lo que, o se disponen con escasa separación o la resolución en cuanto a la localización de una incidencia es muy baja.

Por otra parte, otra solución planteada es el uso de “vehículos flotantes” que están basados en el registro y envío de información de la circulación de un vehículo instrumentado con ciertos sensores (Huber et al, 1999; Breitenberger et al, 2003; Maerivoet y Logghe, 2007). Las variables típicas que se suelen enviar son posición y velocidad instantáneas, aunque se puede incluir otra información como la que proviene de los sensores de temperatura exterior, el accionamiento de las luces o la señal del sensor de lluvia. Si se lograra una suficiente penetración en el parque de vehículos esta información que se mandase a centros de control de tráfico podría sustituir a la obtenida por medio de los sensores en la infraestructura, ya que permitiría la estimación de velocidades medias, intensidades de tráfico y otras condiciones relevantes, con lo que se podrían detectar incidencias, accidentes y retenciones con mayor precisión, a disponer de registros de datos continuos y no únicamente en algunas ubicaciones determinadas.

Aunque la información que proviene de los sensores en la infraestructura y de los vehículos flotantes debería ser redundante, las limitaciones e incertidumbre de ambos métodos hacen que esto no suceda y es necesario analizar la coherencia de los datos recogidos (Wang y Nakamura, 2003). Las sesiones prácticas, así como las tareas previas y posteriores se orientan hacia la comparación de mediciones de los sensores de la infraestructura y de vehículos instrumentados. Por una parte, se recogen los datos de registrados por los sensores de la infraestructura (espiras magnéticas) para lo que es preciso acceder a las bases de datos de la Dirección General de Tráfico a través de Internet. Por otra parte, se registrarán datos de circulación de vehículos en la línea de vehículos flotantes, aprovechando los desarrollos del grupo de prácticas 1. Todo ello,



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

junto al procesamiento final de la información, implica el desarrollo por parte de los alumnos de herramientas informáticas en grupos multidisciplinares.

RESULTADOS

Medición de variables de tráfico de sensores en la infraestructura

En la actualidad, existen diversas fuentes en la Web que difunden información de tráfico en tiempo real accesible públicamente. En el caso español, la fuente de información más importante es la Dirección General de Tráfico (DGT), que proporciona datos tanto de las incidencias y el estado de las carreteras como de las lecturas de sensores situados en las infraestructuras. Aunque esta información es pública, su difusión se realiza mediante páginas web, no siendo posible la consulta directa a la base de datos del sistema.

Por otro lado, en la asignatura de Agentes Inteligentes se enseñan las técnicas necesarias para la implementación de Agentes de Información capaces de extraer información de páginas web para reutilizarla en otras aplicaciones. La problemática de extraer la información a partir de información semi-estructurada constituye un ejemplo interesante de aplicación práctica de las técnicas y teorías vistas en clase.

Por ello, lo que se propone dentro de esta experiencia de Innovación Educativa es la realización de un robot software capaz de:

- 1) Realizar una consulta de incidencias de tráfico en la web de la DGT.
- 2) Extraer los datos relevantes a las incidencias de la ciudad de Madrid a partir de la respuesta a la anterior consulta.
- 3) Realizar una consulta de información de sensores de la DGT para las carreteras que recorrerá el vehículo sensorizado.
- 4) Navegar hasta la información web de cada uno de los sensores.
- 5) Extraer la información de cada sensor.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

- 6) Finalmente, toda la información se recabará cada 5 minutos y se generará un archivo con todos los datos capturados a lo largo del día en el que se realicen los experimentos de sensorización, para que la información capturada localmente pueda ser comparada con la información publicada por la DGT.

El robot software consta de tres componentes principales:

- Un form filler, que se encarga de comunicarse con el servidor para obtener la página web de incidencias de la comunidad de Madrid, resolviendo por tanto las tareas 1 y 3
- Un navigator, que se encarga de recuperar todas las páginas con información de sensores a partir del resultado obtenido por el form filler
- Un extractor, que se encargará de aplicar las expresiones regulares a las páginas obtenidas en el paso anterior para recuperar los datos de los sensores

Un ejemplo de la información capturada por el robot puede verse en la tabla 1.

2009-11-13 9:55	40.4028	-3.7134	-3.60
No hay incidencias			
#			
M-40 Pk 10.3 C	1380	125	2 91
M-40 Pk 12.7 D	5760	98	10 78
M-40 Pk 16.7 C	-	-	- -
M-40 Pk 16.7 D	3780	73	7 95
M-40 Pk 16.0 C	-	-	- -
M-40 Pk 15.2 D	6000	92	13 96
M-40 Pk 15.2 C	-	-	- -
M-40 Pk 14.35 C	-	-	- -
M-40 Pk 12.7 C	3000	100	9 84
M-40 Pk 20.2 D	3300	99	8 98
M-40 Pk 20.2 C	5040	91	11 91
M-40 Pk 17.1 C	5100	98	9 95
M-40 Pk 17.1 D	5460	82	14 92
M-40 Pk 12.2 C	5700	121	11 87
M-40 Pk 12 D	4500	107	14 92
M-40 Pk 10.4 D	4380	116	8 87
M-45 Pk 20.84 D	960	113	2 81
A-3 Pk 9.55 C	-	-	- -
A-3 Pk 7.3 C	1380	69	2 82

Tabla 1: Ejemplo de datos capturados por el robot software



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Medición de variables de tráfico con vehículo sensorizado

Por otra parte, las variables del vehículo flotante que se miden para realizar la comparación son la posición y la velocidad. La posición es obtenida mediante un receptor GPS, conectado a través del puerto RS-232. En cuanto a la velocidad, si bien se puede obtener también de la señal proporcionada por los receptores GPS, y para no acceder al bus de comunicaciones del vehículo, se emplea el sensor de velocidad sin contacto Correvit L-CE. El registro de variables se realiza sobre un ordenador portátil y una tarjeta de adquisición DAQCard-6062E de National Instruments. Así, las tareas que se realizan son las siguientes (ya implementadas dentro de las primeras sesiones del bloque 1 de sesiones prácticas):

- Desarrollo de una aplicación informática para la adquisición y almacenamiento de las señales. Para ello, se emplea LabView de National Instruments, que está específicamente orientado a tareas de adquisición y manipulación de datos experimentales.
- Instrumentación del vehículo

Comparación de resultados

Además del desarrollo de los propios programas y la realización de las prácticas, se ha estimado como punto clave la interpretación de resultados. En este sentido, es preciso localizar los instantes en los que el vehículo flotante pasa por las zonas de la infraestructura donde están situadas las espiras. La figura 2 recoge una de las trayectorias seguidas y la figura 3 muestra un caso de aplicación en el que se detecta una zona de retención del tráfico. Ambos métodos permiten identificar tal situación, si bien pueden observarse diferencias que, en ocasiones, pueden llegar a ser notables. En este sentido debe tenerse en cuenta que la medida precisa es la proporcionada por el vehículo sensorizado y que los datos recogidos por la infraestructura promedian los de todos los carriles de la vía y tienen un margen de error mucho mayor, tanto en la detección del paso de vehículos como en la estimación de su velocidad..



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

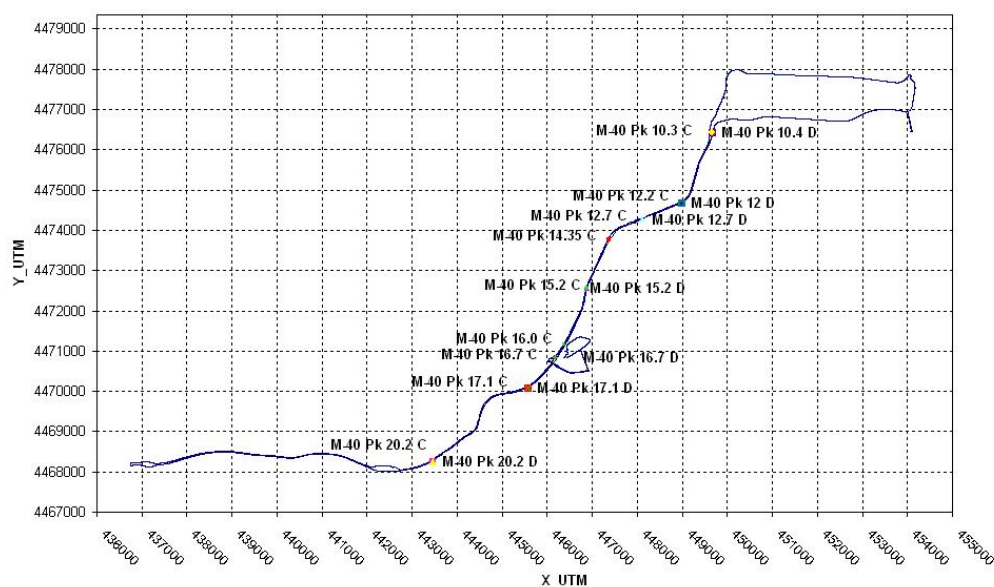


Figura 2: Trayectoria de ensayo con el vehículo sensorizado y localización de los puntos de medida en la infraestructura

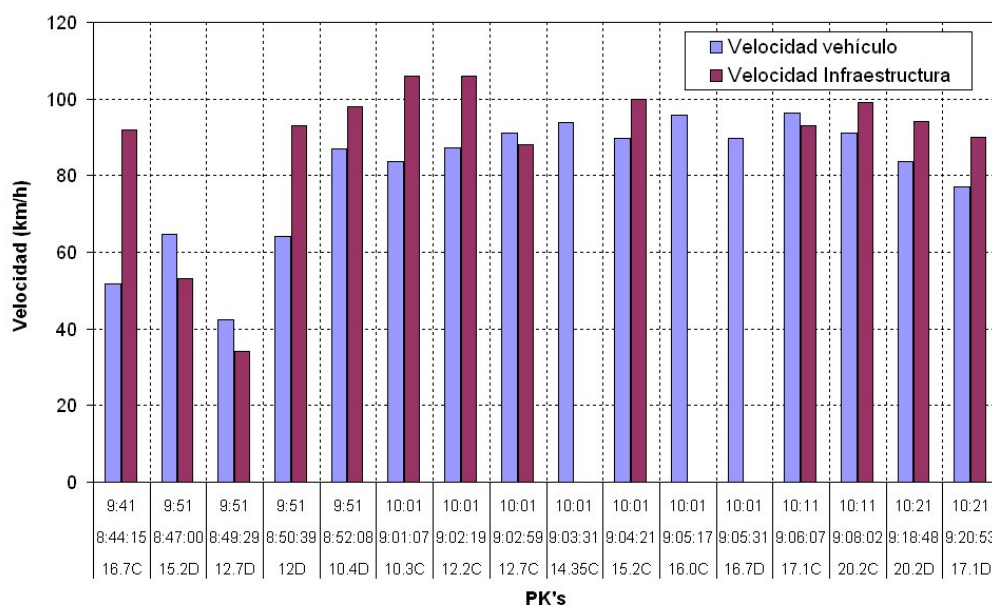


Figura 3: comparación de los resultados obtenidos con el vehículo sensorizado y los recogidos de los sensores en la infraestructura



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista técnico, se han cubierto los objetivos planteados, con la instrumentación de los vehículos, la realización de las aplicaciones informáticas pertinentes para la adquisición de datos y el tratamiento posterior de dicha información.

Sin embargo, desarrollo de las prácticas ha puesto de manifiesto ciertas dificultades, sobre todo, en cuanto a la organización de los grupos de alumnos, con horarios y centros de estudios diferentes. También han existido algunos problemas ya que algunas asignaturas son voluntarias con lo que se ha tenido que prever cómo integrar a los alumnos en el segundo bloque de prácticas sin que hayan cursado el primero. Además, la organización interna de los grupos de alumnos ha generado algunas complicaciones y un funcionamiento, en ocasiones, ineficiente, poniendo de relieve las carencias en cómo abordar trabajos que requieran de destrezas y conocimientos multidisciplinarios.

Por otra parte, la experiencia ha sido valorada positivamente por los alumnos dado que perciben que aprenden conocimientos y adquieren competencias que, de otra forma, no alcanzarían, si bien, consideran que el esfuerzo realizado y el tiempo invertido son superiores a los que usualmente están acostumbrados, reconociendo que la organización interna es poco eficiente y les induce a no aprovechar eficazmente todo el tiempo. Por último, otro aspecto positivo ha sido que, al promover una visión global del problema, las interpretaciones de los resultados por parte de los alumnos son más precisas y profundas que las que realizaban en el pasado cuando sólo trabajaban sobre su parcela de conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por la Universidad Politécnica de Madrid con “Ayudas a la Innovación Educativa en el marco del proceso de implantación del Espacio Europeo de educación Superior y la mejora de la calidad de la enseñanza”.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersen, A. Preparing engineering students to work in a global environment to co-operate, to communicate and to compete. *European Journal of Engineering Education*. 29(4), 2004, pp 549–558

Auffray, B., Tufte, K. A., Horowitz, Z., Matthews, S., Bertini, R. L. Evaluation of Single-Loop Detector Vehicle Classification Algorithms using an Archived Data User Service System. *Proceedings of the ITE District 6 Annual Meeting*, Honolulu, June 2006

Bhavnani, S., Alridge, M. D. Teamwork across disciplinary borders: a bridge between college and the work place. *Journal of Engineering Education*, 89(1), 2000, pp 13–16

Breitenberger, S., Bogenberger, K., Hauschild, M., Laffkas, K. Extended Floating Car Data – An Overview. *Proceedings of the World congress on intelligent transport systems*, Madrid, November 2003

Coifman, B. Estimating Travel Times and Vehicle Trajectories on Freeways Using Dual Loop Detectors, *Transportation Research Part A*, Vol 36, 2002, pp. 351-364

El-Geneidy, A. M., Bertini, R. L. Toward Validation of Freeway Loop Detector Speed Measurements Using Transit Probe Data. *Proceedings of the 2004 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*. Washington, D.C., USA, 3-6, 2004

Elvik, R., Vaa, T. *The handbook of road safety measures*. Elsevier, 2004



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Friesen, M., Taylor, K. L.. Perceptions and experiences of industry co-operators in project-based design courses. *International Journal of Engineering Education*. 23(1), 2007, pp 114-119

González, J., Wagenaar, R. Tuning Educational Structures in Europe. Final Report. Phase One. University of Deusto, Bilbao (2003)

González, J., Wagenaar, R. Tuning Educational Structures in Europe II. Universities' contribution to the Bologna process. University of Deusto, Bilbao (2005)

Huber, W., Lädke, M., Ogger, R. Extended floating-car data for the acquisition of traffic information. *Proceedings of the 6th World congress on intelligent transport systems*. 1999

Jiménez, F., Naranjo, J. E. Multidisciplinary practicals in satellite navigation systems in road vehicles for subjects taught in different Engineering Schools, *International Journal of Engineering Education*, 26(1), 2010, 126-135

Keenan, T. Graduate engineers' perceptions of their engineering courses: comparison between enhanced engineering courses and their conventional counterparts. *Higher Education*, 26(3) 1993, pp 255–265.

Lang, J. D., Cruse, S., McVey, F. D., McMasters, J.. Industry expectations of new engineers: a survey to assist curriculum designers. *Journal of Engineering Education*, 88(1), 1999, pp 43–51.

Maerivoet, S., Logghe, S. Validation of travel times based on cellular floating vehicle data. *Proceedings of the European congress on intelligent transport systems*. June 2007



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Martin, R., Maytham, B., Case, J., Fraser, D. Engineering graduates' perceptions of how well they were prepared for work in industry. *European Journal of Engineering Education*. 30(2), 2005, pp 167–180

Meier, R. L., Williams, M .R., Humphreys, M. A., Refocusing our efforts: assessing non-technical competency gaps. *Journal of Engineering Education*, 89(3) 2000, pp 377–385.

Nguyen, D. Q. The Essential Skills and Attributes of an Engineer: A Comparative Study of Academics, Industry Personnel and Engineering Students. *Global Journal of Engineering Education*, 2(1), 1998, pp 65-75

Petty, K. F., et al. Accurate Estimation of Travel Times from Single-loop Detectors. *Transportation Research Part A*, Vol 32, No.1, 1998, pp.1-17

Rompelman, O. Assessment of student learning; evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment. *European Journal of Engineering Education*, 25(4), 2000, pp 339–350.

Skates, G. W. Interdisciplinary project working in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 28(2), 2003, pp 187–201.

Wang, R., Nakamura, H. Expressway travel time estimation by using the combination of detector and probe vehicle data. *Proceedings of the World congress on intelligent transport systems*, Madrid, November 2003